

GB File

ORIGINATE - DO NOT
ANNOTATE



(19) RU (11) 2063417 (13) C1

(51)

6 C 10 M 141/06//C 10 M 141/06,
133:14, 125:04, 125:20,
129:16)C 10 N 30:06

Комитет Российской Федерации
по патентам и товарным знакам

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**
к патенту Российской Федерации

1
(21) 5057106/04 (22) 29.07.92
(46) 10.07.96 Бюл. № 19
(75) Ильин А.П., Лернер М.И., Давышович
В.И.
(73) Ильин Александр Петрович
(56) 1. Авторское свидетельство СССР N
836076, кл. C 10 M 141/02, 1981. 2.
Гаркунов Д.Н. Триботехника. - М.: Маши-
ностроение, 1989, с. 139 - 144.
(54) МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩИЙ СМА-
ЗОЧНЫЙ СОСТАВ

2
(57) Сущность изобретения: антифрикцион-
ный смазочный состав содержит, %: ультра-
дисперсный порошок меди, покрытый графи-
том при содержании меди 0,1 - 0,8 и графита
0,007 - 0,032, роданид-ион 0,03 - 0,2,
неионогенное поверхностно-активное веществ-
во 0,03 - 0,3, базовая смазка - до 100. 3
табл.

LUBRICANTS

RU 2063417 C1

RU 2063417 C1

Изобретение относится к технологии получения смазочных материалов, в частности к металлоплакирующим смазочным составам на основе масел, которые используются в узлах трения различных машин и механизмов.

Известна металлоплакирующая смазка (см. авт. св. СССР N 836076, кл. C 10 M 3/02, 1981) для повышения износостойкости пар трения, которая наряду с глицерином дополнительно содержит олеиновую кислоту (0,2 - 2 вес. %), коллоидную медь (1 - 20 вес. %), глицерин - остальное.

Недостатком этого смазочного состава является высокий коэффициент трения при переменных и знакопеременных нагрузках в парах трения, а также недостаточная химическая устойчивость коллоидной меди в растворе олеиновой кислоты в глицерине. Недостатком состава является также ограниченность сферы применения этого смазочного состава из-за использования глицерина.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому объекту является металлоплакирующий смазочный состав (см. Д. Н. Гаркунов. Триботехника. М.: Машиностроение. 1989, с. 139 - 144). В качестве плакирующей присадки к смазочному маслу или глицерину применяются порошки меди или латуни, полученные диспергированием жидкого металла химическими или электрохимическим восстановлением и т. д. Применение масла с порошком меди или латуни позволяет уменьшить износ за счет образования металлической пленки на поверхности пар трения.

Недостатком этого смазочного состава является высокий коэффициент трения при переменных и знакопеременных нагрузках, а также отрицательное влияние ионов меди, связанное с окислением масел кислородом воздуха.

Основной технической задачей предложенного решения является снижение коэффициента трения при переменных и знакопеременных нагрузках. Как показали результаты экспериментов, в сравнении с прототипом заявляемый металлоплакирующий смазочный состав имеет коэффициент трения ниже на 30 - 80 % при нагрузках 0 - 1100 МПа, и еще ниже он при нагрузках 1100 - 1400 МПа (усилие схватывания для прототипа - 1100 МПа, для заявляемого состава - 1400 МПа). Кроме того, седиментационная устойчивость заявляемого металлоплакирующего смазочного состава примерно в 170 раз выше, чем у прототипа.

Указанная цель достигается тем, что в металлоплакирующем составе, содержащем

базовую смазку и порошок меди, согласно заявляемому решению порошок меди имеет ультрадисперсные размеры, а частицы меди покрыты графитом при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|---|----------------|
| Ультрадисперсный порошок (УДП) меди | 0,1 - 0,8; |
| Графитовое покрытие частиц УДП меди | 0,007 - 0,032; |
| Роданид-ионы | 0,02 - 0,2; |
| Неионогенное поверхностно-активное вещество (ПАВ) | 0,03 - 0,3; |
| Базовая смазка | Остальное. |

За счет использования в качестве порошка меди УДП меди, частицы которой покрыты графитом и дополнительно обработаны роданид-ионами и неионогенным ПАВ, снижается коэффициент трения при переменных и знакопеременных условиях скольжения за счет образования на поверхности пар трения композиционного медно-графитового плакирующего слоя. Кроме того, наличие графитовой оболочки на частицах меди, роданид-ионы и неионогенный ПАВ препятствуют образованию ионов меди и окислению масел кислородом воздуха.

Пример. Для приготовления заявляемого смазочного металлоплакирующего состава использовали ультрадисперсный порошок меди, покрытый графитом, со среднеповерхностным размером частиц 0,09 мкм. В качестве базовой смазки использовали моторное масло М-10Г₂ и пластичную смазку "Литол-24". Содержание меди составило 0,25 мас. %, графита - 0,015 мас. %, роданид-ионов - 0,11 мас. %, неионогенного ПАВ - парааминофенола - 0,15 мас. %. Приготовленные металлоплакирующие смазочные составы испытывали на машине трения СМТ-1 в условиях трения скольжения: образец - антифрикционный чугун АС-4, контртело - сталь Р6М5, скорость скольжения 3,05 м/с. Коэффициент трения рассчитывали по известной методике (Юденич В. В. Лабораторные работы по теории механизмов и машин. М.: Высшая школа. 1962, с. 124). Исследование структуры частиц порошков на электронном микроскопе ЭММА-4 показало, что частицы УДП меди покрыты более прозрачной для потока электронов оболочкой из графита.

Для определения оптимального содержания графита на частице были приготовлены различные смазочные составы. Результаты испытаний этих составов приведены в табл. 1.

Как следует из данных табл. 1, оптимальным содержанием графита в покрытии частиц УДП меди является 0,007 - 0,032 мас. % при концентрации менее 0,007 мас.

% графита в плакирующей пленке недостаточно, чтобы организовать композиционный состав, поэтому коэффициент трения возрастает. При концентрации графита более 0,032 мас. % коэффициент трения возрастает из-за отсутствия сплошности меди в плакирующей пленке.

Для определения максимального содержания меди в заявляемом металлоплакирующем составе были приготовлены смазочные композиции с различным содержанием УДП меди при концентрации графита 0,019 мас. %, роданид-ионов - 0,11 мас. %, неиногенного ПАВ - парааминофенола - 0,15 мас. %. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что при концентрации меди в металлоплакирующем смазочном составе менее 0,1 мас. % коэффициент трения возрастает из-за недостатка меди для образования плакирующей пленки на поверхностях пар трения.

Для определения влияния роданид-ионов и неиногенного ПАВ были приготовлены различные составы металлоплакирующего смазочного состава добавления роданид-ионов использовали соль - роданид калия. В качестве неиногенного ПАВ применяли парааминофенол. В табл. 3 приведены результаты испытаний по определению действия роданид-ионов и ПАВ на коэффициент трения.

Из данных табл. 3 следует, что роданид-ионы активно влияют на коэффициент трения: при содержании менее 0,02 мас. % коэффициент трения увеличивается, т. к. роданид-ионов недостаточно для блокирования свежей медной поверхности. При концентрации роданид-ионов более 0,2 мас. % коэффициент трения возрастает, т. к. образуется дополнительная твердая фаза - роданид меди. Таким образом, оптимальной концентрацией роданид-ионов является 0,02 - 0,2 мас. %. Добавки ПАВ также приводят к снижению коэффициента трения, т. к. они повышают седиментационную устойчивость смазочных составов, предотвращают образование агломератов частиц. Согласно экспериментам (см. табл. 3) добавка парааминофенола более 0,03 мас. % снижает коэффициент трения, при 0,3 мас. % и более высокой концентрации влияние ПАВ незначительно, поэтому дальнейшее увеличение концентрации нецелесообразно. Нецелесообразность дальнейшего увеличения ПАВ связана с удорожанием смазочного состава и с увеличением содержания азота, окислы которого ухудшают экологическую ситуацию. Таким образом, оптимальной является концентрация ПАВ не менее 0,03 мас. %, но не более 0,3 мас. %.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Металлоплакирующий смазочный состав, содержащий базовую смазку и присадку на основе металлического порошка, отличающийся тем, что в качестве присадки состав содержит ультрадисперсный порошок меди, покрытый графитом, и дополнительно содержит роданид-ион и неиногенное поверхностно-активное вещество при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|--|---------------|
| Ультрадисперсный порошок меди | 0,1 - 0,8 |
| Графит | 0,007 - 0,032 |
| Роданид-ион | 0,02 - 0,2 |
| Неиногенное поверхностно-активное вещество | 0,03 - 0,3 |
| Базовая смазка | До 100 |

Таблица I

| Базовая смазка | Количество УДП меди в смазке, мас. % | Количество графита в смазке, мас. % | Режим скольжения | Коэффициент трения | Примечание |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------|------------|
| <hr/> | | | | | |
| Масло | | | | | |
| М-10Г ₂ | | | | | |
| 1 | 0,25 | 0,002 | знакопере- | 0,16 | |
| 2 | 0,25 | 0,005 | менный, | 0,15 | |
| 3 | 0,25 | 0,007 | нагрузка | 0,09 | Заявляемый |
| 4 | 0,25 | 0,014 | $P = 700$ | 0,08 | способ |
| 5 | 0,25 | 0,032 | МПа | 0,09 | |
| 6 | 0,25 | 0,040 | | 0,12 | |
| 7 | 0,25 | 0,050 | | 0,13 | |
| <hr/> | | | | | |
| Литол-24 | | | | | |
| 1 | 0,25 | 0,002 | знакопере- | 0,16 | |
| 2 | 0,25 | 0,005 | менный, | 0,15 | |
| 3 | 0,25 | 0,007 | нагрузка | 0,09 | Заявляемый |
| 4 | 0,25 | 0,014 | $P = 700$ | 0,09 | способ |
| 5 | 0,25 | 0,032 | МПа | 0,09 | |
| 6 | 0,25 | 0,040 | | 0,13 | |
| 7 | 0,25 | 0,050 | | 0,13 | |

Таблица 2

| Базовая смазка <i>№ п.п.</i> | Количество графита в смазке, мас. % | Количество УШ меди в смазке, мас. % | Режим скольжения | Коэффи- циент трения | Примечание |
|------------------------------------|--|--|---------------------|----------------------------|------------|
| Масло М-10Г ₂ | | | | | |
| 1 | 0,019 | 0,02 | знакопе- | 0,15 | |
| 2 | 0,019 | 0,05 | ременный, | 0,15 | |
| 3 | 0,19 | 0,10 | нагрузка | 0,09 | Заявляемый |
| 4 | 0,019 | 0,50 | $P = 700$ | 0,09 | состав |
| 5 | 0,019 | 0,80 | МПа | 0,09 | |
| 6 | 0,019 | 0,90 | | 0,11 | |
| 7 | 0,019 | 1,00 | | 0,12 | |
| Литол-24 | | | | | |
| 1 | 0,019 | 0,02 | знакопе- | 0,15 | |
| 2 | 0,019 | 0,05 | ременный, | 0,15 | |
| 3 | 0,019 | 0,10 | нагрузка | 0,09 | Заявляемый |
| 4 | 0,019 | 0,50 | $P = 700$ | 0,09 | состав |
| 5 | 0,019 | 0,80 | МПа | 0,09 | |
| 6 | 0,019 | 0,90 | | 0,12 | |
| 7 | 0,019 | 1,00 | | 0,12 | |

Таблица 3

| Вазовая смазка | Количество УДП меди в смазке, мас. % | Количество графита в смазке, мас. % | Количество родо-нид-ионов в смазке, мас. % | Количество ПАВ в смазке, мас. % | Коэффициент трения | Примечание |
|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------|-------------------|
| <i>М-10Г₂</i> | | | | | | |
| 1 | 0,25 | 0,015 | 0,005 | 0,15 | 0,12 | |
| 2 | 0,25 | 0,015 | 0,010 | 0,15 | 0,11 | |
| 3 | 0,25 | 0,015 | 0,02 | 0,15 | 0,09 | Заявляемый состав |
| 4 | 0,25 | 0,015 | 0,10 | 0,15 | 0,08 | |
| 5 | 0,25 | 0,015 | 0,20 | 0,15 | 0,08 | |
| 6 | 0,25 | 0,015 | 0,30 | 0,15 | 0,11 | |
| 7 | 0,25 | 0,015 | 0,40 | 0,15 | 0,13 | |
| <i>М-10Г₂</i> | | | | | | |
| 1 | 0,25 | 0,015 | 0,11 | 0,01 | 0,11 | |
| 2 | 0,25 | 0,015 | 0,11 | 0,02 | 0,11 | |
| 3 | 0,25 | 0,015 | 0,11 | 0,03 | 0,09 | Заявляемый состав |
| 4 | 0,25 | 0,015 | 0,11 | 0,30 | 0,09 | |
| 5 | 0,25 | 0,015 | 0,11 | 0,40 | 0,08 | |
| 6 | 0,25 | 0,015 | 0,11 | 0,50 | 0,08 | |

Заказ 11р

Подписание

ВНИИПИ, Рег. ЛР № 040720
113834, ГСП, Москва, Раушская наб., 4/5

121873, Москва, Бережковская наб., 24 стр. 2.
Производственное предприятие «Патент»

[seal]

(19) RU (11) 2,063,417 (13) C1

(51) 6 C 10 M 141/06//C 10 M 141/06,
133:14, 125:04, 125:20,
129:16 C 10 N 30:06

Committee of the Russian Federation

on Patents and Trademarks

(12) DESCRIPTION OF THE INVENTION

for Patent of the Russian Federation

(21) 5057106/04

(22) 29.07.92

(46) 10.07.96 Bulletin No. 19

(75) Il'in, A.P., Lerner M. I., Davydovich, V. I.

(73) Il'in, Aleksandr Petrovich

(56) 1. Inventor's Certificate, USSR, No. 836076, cl. C 10 M 141/02, 1981.

2. Garkunov D. N., Tribotekhnika [Tribology], Moscow, Mashinostroyeniye, 1989,
pp. 139-144.

(54) METAL COATING LUBRICATION COMPOUND

(57) Essence of the invention: An antifriction lubricant composition contains, %: ultradispersed copper powder covered with graphite with copper content 0.1 - 0.8 and graphite content 0.007 - 0.032, thiocyanate ion 0.03 - 0.2, nonionic surfactant 0.03 - 0.3, basic lubricant - up to 100. 3 tables.

The invention relates to the preparation of lubricant materials, in particular to metal coating lubricant compositions based on oils that are used in components subject to friction in machines and mechanisms.

A metal coating lubricant (see Inventor's Certificate, USSR, No. 836,076, cl. C 10 M 3/02, 1981) is known for increasing the wear resistance of friction pairs, which, in addition to glycerin, also contains oleic acid (0.2 - 2 wt-%), colloidal copper (1 - 20 wt-%), and glycerin (remainder).

The disadvantages of this lubricant include the high coefficient of friction under variable and reversed loads in friction pairs and the insufficient chemical stability of the colloidal copper in the solution of oleic acid in glycerin. Another disadvantage of this lubricant is its limited field of application, due to the use of glycerin.

Most similar to the present invention is a metal coating lubricant composition (see D. N. Garkunov, Tribotekhnika [Tribology], Moscow, Mashinostroyeniye, 1989, pp. 139-144. The coating additive in the lubricant oil or glycerin is copper or brass powder obtained by dispersion of the liquid in the metal by chemical or electrochemical reduction, etc. The use of oil with copper

or brass powder makes it possible to reduce wear by forming a metal film on the surface of the friction pair.

The disadvantages of this lubricant include its high coefficient of friction under variable and reversed loads and the negative impact of copper ions, related to oxidation of the oils by oxygen in the air.

The main technical object of the proposed solution is to reduce the coefficient of friction under variable and reversed loads. As shown by experimental results comparing it to the prototype, the present lubricant has a coefficient of friction 30 to 80% lower at loads of 0 to 1,100 MPa and even lower under loads of 1,100 to 1,400 MPa (the seizing force for the prototype is 1,100 MPa, and for the present composition 1,400 MPa). In addition, the sedimentation resistance of the present metal coating lubricant is about 170 times greater than that of the prototype.

This objective is achieved by using a metal coating composition containing a basic lubricant and a copper powder, whereby in the present invention the copper powder has ultrafine dimensions and the copper particles are covered with graphite, with the following ratio of components, % by mass:

| | |
|---|---------------|
| Ultradispersed powder (UDP) of copper | 0.1 - 0.8 |
| Graphite coating on particles of UDP copper | 0.007 - 0.032 |
| Thiocyanate ions | 0.02 - 0.2 |
| Nonionic surfactant | 0.03 - 0.3 |
| Basic lubricant | remainder |

Using UDP copper whose particles are coated with graphite and which are also treated with thiocyanate ions reduces the coefficient of friction under variable and reversed sliding loads, due to the formation of a composite copper-graphite coating layer on the surface of friction pairs. Moreover, the presence of a graphite shell on the copper particles, the thiocyanate ions, and the nonionic surfactant prevent the formation of copper ions and oxidation of the oils by oxygen from the air.

Example. The metal coating lubricant of the present invention was prepared using ultradispersed powder of copper coated with graphite, with a mean particle size of $0.09\text{ }\mu\text{m}$. M-10G₂ motor oil and Litol-24 lubricating grease were used as the basic lubricant. The copper content was 0.25% by mass, graphite 0.015 mass-%, thiocyanate ions 0.11 mass-%, and nonionic surfactant para-aminophenol 0.15 mass-%. The prepared metal coating lubricants were tested using a CMT-1 friction machine under conditions of sliding friction: sample - AS-4 bearing cast iron; counterface - R6M5 steel; sliding velocity - 3.05 m/s. The coefficient of friction was calculated by the usual method (Yudenich, V. V. *Laboratornyye raboty po teorii mekhanizmov i mashin* [Laboratory Works on the Theory and Mechanism of Machines], Moscow, Vysshaya shkola, 1962, p. 124). Study of the particle structure using an EMMA-4 electron microscope revealed that the particles of UDP copper were covered by an envelope of graphite that was more transparent to a stream of electrons.

Various lubricants were prepared in order to determine the optimum content of graphite on the particles. Results from these tests are presented in table 1.

As seen from the data in table 1, the optimum graphite content in the UDP copper particle coating is 0.007 to 0.032% by mass. At a concentration of less than 0.007% by mass there is not enough graphite in the coating layer to form the composite composition. The coefficient of friction rises as a result. At a graphite concentration greater than 0.032% by mass, the coefficient of friction rises because the copper is not dense enough in the coating film.

To determine the maximum copper content in the metal coating composition made in accordance with this invention, lubricant compositions were prepared with various contents of UDP copper at a graphite concentration of 0.019 mass-%, thiocyanate ions 0.11 mass-%, and nonionic surfactant para-aminophenol 0.15 mass-%. Results from these tests are presented in table 2.

The data in table 2 show that at copper concentrations in the metal coating lubricant of less than 0.1% by mass the coefficient of friction increases because there is not enough copper to form the coating film on the surface of the friction pair.

To determine the influence of thiocyanate ions and of the nonionic surfactant, metal coating lubricants of various compositions were prepared. The salt potassium thiocyanate was used to add thiocyanate ions. Para-aminophenol was used as the nonionic surfactant. Table 3 presents results from tests used to

determine the effect of thiocyanate ions and surfactant on the coefficient of friction.

As seen from the data in table 3, thiocyanate ions actively influence the coefficient of friction: at a content of less than 0.02 mass-%, the coefficient of friction increases since there are too few thiocyanate ions to block the fresh copper surface. At a thiocyanate ion concentration greater than 0.2 mass-%, the coefficient of friction increases since an additional solid phase - copper thiocyanate - is formed. Thus, the optimum concentration of thiocyanate ions is 0.02 to 0.2% by mass. Adding surfactants also reduces the coefficient of friction, since they increase the sedimentation resistance of lubricants and prevent the formation of particle agglomerates. According to the experiments (see table 3), adding para-aminophenol at a rate greater than 0.03% by mass reduces the coefficient of friction, while at 0.3% by mass and greater the surfactant has little effect. Consequently, the concentration should not be increased. The reason is that it makes the composition more expensive and increases the content of nitrogen, whose oxides have a negative ecological impact. Thus, the optimal surfactant concentration is no less than 0.03% by mass, but no greater than 0.3% by mass.

FORMULA OF THE INVENTION [CLAIM]

A metal coating lubricant composition containing a base lubricant and an additive based on metallic powder, wherein said composition contains an additive

comprising an ultradispersed powdered copper coated with graphite and it also contains the thiocyanate ion and a nonionic surfactant with the following ratio of components, in percent by mass:

| | |
|------------------------------|---------------|
| Ultradispersed copper powder | 0.1 - 0.8 |
| Graphite | 0.007 - 0.032 |
| Thiocyanate ion | 0.02 - 0.2 |
| Nonionic surfactant | 0.03 - 0.3 |
| Basic lubricant | up to 100 |

Table 1

| Basic lubricant/No. | Amount of ultradispersed copper powder, % by mass | Amount of graphite in lubricant, % by mass | Sliding conditions | Coefficient of friction | Notes |
|------------------------|---|--|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| M-10G ₂ oil | | | | | |
| 1 | 0.25 | 0.002 | Reversed direction, load P = 700 MPa | 0.16 | Method described in this invention |
| 2 | 0.25 | 0.005 | | 0.15 | |
| 3 | 0.25 | 0.007 | | 0.09 | |
| 4 | 0.25 | 0.014 | | 0.08 | |
| 5 | 0.25 | 0.032 | | 0.09 | |
| 6 | 0.25 | 0.040 | | 0.12 | |
| 7 | 0.25 | 0.050 | | 0.13 | |
| Litol-24 | | | | | |
| 1 | 0.25 | 0.002 | Reversed direction, load P = 700 MPa | 0.16 | Method described in this invention |
| 2 | 0.25 | 0.005 | | 0.15 | |
| 3 | 0.25 | 0.007 | | 0.09 | |
| 4 | 0.25 | 0.014 | | 0.09 | |
| 5 | 0.25 | 0.032 | | 0.09 | |
| 6 | 0.25 | 0.040 | | 0.13 | |
| 7 | 0.25 | 0.050 | | 0.13 | |

Table 2

| Basic lubricant/No. | Amount of graphite in lubricant, % by mass | Amount of ultradispersed copper powder, % by mass | Sliding conditions | Coefficient of friction | Notes |
|------------------------|--|---|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| M-10G ₂ oil | | | | | |
| 1 | 0.019 | 0.02 | Reversed direction, load P = 700 MPa | 0.15 | Method described in this invention |
| 2 | 0.019 | 0.05 | | 0.15 | |
| 3 | 0.19 | 0.10 | | 0.09 | |
| 4 | 0.019 | 0.50 | | 0.09 | |
| 5 | 0.019 | 0.80 | | 0.09 | |
| 6 | 0.019 | 0.90 | | 0.11 | |
| 7 | 0.019 | 1.00 | | 0.12 | |
| Litol-24 | | | | | |
| 1 | 0.019 | 0.02 | Reversed direction, load P = 700 MPa | 0.16 | Method described in this invention |
| 2 | 0.019 | 0.05 | | 0.15 | |
| 3 | 0.019 | 0.10 | | 0.09 | |
| 4 | 0.019 | 0.50 | | 0.09 | |
| 5 | 0.019 | 0.80 | | 0.09 | |
| 6 | 0.019 | 0.90 | | 0.12 | |
| 7 | 0.019 | 1.00 | | 0.12 | |

Table 3

| Basic lubricant /No. | Amount of ultradispersed copper powder, % by mass | Amount of graphite in lubricant, % by mass | Amount of thiocyanate ions in the lubricant, % by mass | Amount of surfactant in the lubricant, % by mass | Coefficient of friction | Notes |
|------------------------|---|--|--|--|-------------------------|------------------------------------|
| M-10G ₂ oil | | | | | | |
| 1 | 0.25 | 0.015 | 0.005 | 0.15 | 0.12 | |
| 2 | 0.25 | 0.015 | 0.010 | 0.15 | 0.11 | |
| 3 | 0.25 | 0.015 | 0.02 | 0.15 | 0.09 | Method described in this invention |
| 4 | 0.25 | 0.015 | 0.10 | 0.15 | 0.08 | |
| 5 | 0.25 | 0.015 | 0.20 | 0.15 | 0.08 | |
| 6 | 0.25 | 0.015 | 0.30 | 0.15 | 0.11 | |
| 7 | 0.25 | 0.015 | 0.40 | 0.15 | 0.13 | |
| M-10G ₂ oil | | | | | | |
| 1 | 0.25 | 0.015 | 0.11 | 0.01 | 0.11 | |
| 2 | 0.25 | 0.015 | 0.11 | 0.02 | 0.11 | |
| 3 | 0.25 | 0.015 | 0.11 | 0.03 | 0.09 | Method described in this invention |
| 4 | 0.25 | 0.015 | 0.11 | 0.30 | 0.09 | |
| 5 | 0.25 | 0.015 | 0.11 | 0.40 | 0.06 | |
| 6 | 0.25 | 0.015 | 0.11 | 0.50 | 0.08 | |

[Printing information is given at the bottom of the page—Trans. Note.]